

飾り巻き寿司のデザインと調理の支援システムの研究

松隈 詩織¹ 福地 健太郎¹ 城 一裕²

概要：飾り巻き寿司とはその断面に意匠を凝らしたもので、海苔の上に寿司飯や具材を適切に配置した後、巻いて調理する。独自の意匠の巻き寿司を作成しようとするとき、巻きあがりの形から具材の適切な配置を考えるのは簡単ではない。また、配置図面があったとしてもその通りに具材を正確に置くことは調理の作業過程においては簡単ではない場合も多い。そこで、ユーザが断面の意匠をコンピュータ上でデザインすると、そのデザインに応じた具材の配置図を計算し、その配置図を海苔にレーザーを用いて直接印刷する手法を提案する。今回はデザインの自由度を強く制約した試作システムを構築し、実際に巻き寿司を作成してその有効性を検証した。

1. はじめに

手作りの料理では、美味しさの追求に加えて、装飾に凝る事もまた楽しみの一つである。近年ではレシピ本やレシピ共有サイトが充実し、またそうしたレシピを元に調理した結果をウェブに掲載する趣味が普及し、ますますその装飾が趣味の対象として広く認知されるようになってきている。中には「キャラ弁」のようにブームを巻き起こし、関連グッズやレシピ本の販売が活況を呈するようになったものもある。

そうした流れの中で、次第に既存のレシピ通りに作るのでは満足せず、独自の装飾を施したいと考える人が増えるのは間違いのないところだろう。しかし、絵筆をとって絵を描くのと違い、調理の場合は具材や調理過程の制約が多く、独自装飾を実現するのはそう簡単ではない。まず料理である以上、安全性や味をまず確保しなければならない。また調理工程は一般に複雑であり、完成形が頭の中にあっただとしても具材の物理的制約を考慮しながらその調理工程を設計することは素人には難しい。

そうした課題の解決のために我々は、料理の完成形をコンピュータに入力すると、それに必要な具材やその配置をコンピュータで計算し、具材の配置や調理過程の支援をするシステムを研究している。今回、飾り巻き寿司を題材にとり、そのデザインと調理過程を支援するシステムを開発した。本システムは巻き寿司の断面図をコンピュータ上でデザインできるエディタと、具材の配置図を印刷するレー

ザーカッターから構成される。エディタで入力された完成形から、システムは必要な具材の種類や量を計算しレシピとして提示し、またその具材の配置図をコンピュータ画面上に表示するとともに、海苔の上にレーザーカッターを用いてその配置図を実寸で印刷する。ユーザは海苔の上に配置図に沿って酢飯や具材をのせて巻くことで、自分でデザインした巻き寿司を作ることができる。海苔に印刷した配置図を用いることで正確に具材を配置することが簡単になり、また余計な画面操作を必要とせず清潔に調理できるという利点を持つ。

巻き寿司はその調理工程の制約上、デザインにはある程度の制約を設ける必要がある。今回はコンセプト実証を目的としたため、デザインに強い制約を設けている。本稿ではその制約とシステムの実装について説明した後、作例を紹介する。今後の課題は、制約を緩和し、デザインの自由度を高めるために、完成形から展開図を計算するアルゴリズムの開発にある。

2. 背景

料理は、味・安全性に加えて、その見た目の美しさや楽しさの演出も、料理を美味しく楽しくいただくための重要なポイントの一つになっている。季節に応じて見た目をあしらったり、パーティー料理などではテーマに沿った装飾を施すなどの演出は広く普及している。手作りの料理においても、道具の性能向上や資料の充実にともない、料理の装飾に工夫を凝らす事を楽しむ層は増えている。例えば漫画やアニメキャラクターの顔をあしらった「キャラ弁（キャラクター+弁当）」は、ネット上での写真共有サイトやブログなどで話題を呼び、関連レシピ本や調理道具が広く販売さ

¹ 明治大学

Meiji University

² 情報科学芸術大学院大学

Institute of Advanced Media Arts and Sciences

れるほどまでになっている*1.

この流れは子供向け調理玩具市場にも波及している。もともと子供向けの調理器具は子供の興味を引くための演出が施されているが、食育運動の高まりの影響もあり、装飾性の高い料理を作れる調理玩具の販売が活性化している*2。今回の提案システムに関連するところでは、バンダイが販売する海苔巻き作りをサポートする調理玩具「のりまきまっきー [3]」では、顔をあしらった断面図を持った巻き寿司を作るためのレシピを提案している。また、曙産業は、断面がハート形になるプラスチック型を販売している [4]。

手芸の分野でも料理と同様、型紙や編み図など、レシピに相当する設計図が市販されており、それにのっって作ることによってぬいぐるみや編み物を作ることができる。しかし、上に挙げた調理器具を含めこうしたグッズは独自デザインのもの設計を支援はしていない。立体裁断を必要とする洋服やぬいぐるみ、編み目の設計が複雑な編み物などは一般に独自デザインのものを作るのは非常に難しいとされる。こうした分野においては、独自デザインをコンピュータを使って支援するシステムの研究が、五十嵐らによって多数提案されている (9 節参照)。本研究は五十嵐らの研究にならない、コンピュータを利用してユーザの利用した図案から、具材の配置図を自動計算して出力するという手法をとっている。

3. 飾り巻き寿司について

飾り巻き寿司とは、酢飯に具材を配し海苔で巻いた「巻き寿司」のうち、特に断面の意匠を凝らしたものを指す。伝統的には「細工巻き寿司」や「からくり寿司」とも呼ばれ、花や家紋をあしらったものや、一度巻いたものに包丁を入れて組み換えてから巻くなどの技法が伝えられている。伝統的な図案に加えて、より細工を細かくし、動物やキャラクターの顔をかたどったもの等を「飾り巻き寿司」と呼ぶ。

3.1 特徴

巻き寿司の調理工程は、まず巻き簾の上に海苔を敷き、その上に酢飯を一定の厚みでのせた後に具材を配置し、最後に巻き簾を用いて端から巻いていく、という手順をとる。このとき、酢飯の量と具材の配置によって、巻き上がり時の断面形状を変化させることができる。

巻き寿司にはこの「巻く」という工程があり、巻くことによる形状の変化は頭で想像するのは非常に難しいため、



図 1 巻き寿司の場合、具材は平面的に配置される (左) が、それを巻くことによって大きく位置関係が変形する (右)

平面を対象とする作業とはまったく異なった困難がある (図 1)。例えば酢飯の量が適切でないとき寿司の太さが細くなり過ぎたり、太くなり過ぎて海苔が足りないといった失敗を招く。また、具材を正確に配置しないと、巻き上がった時に断面の図案に歪みやずれを生じる原因となる。しかし、具材の配置位置と巻き上がり形状との関連は自明ではなく、綺麗に作り上げるのは難しい。

3.2 従来のレシピ例

上記のように具材の配置には正確さが求められるため、飾り巻き寿司のレシピは他の料理レシピにはあまり見られない緻密な記述が目立つ。試みに、レシピ共有サイト「クックパッド」で飾り巻き寿司のレシピを見てみると、「1cm ほどあけ、海苔をまいたチーズかまぼこをのせ、間に白酢飯を」といった細かい指定をしているか、「(具材を) バランスよくおいて」と曖昧な表記のものが目立つ。また同サイトでは、レシピを参考にして調理をした人からの写真つきコメントが見られるが、「上手く真ん中にいかない」「コツ教えてください」といったコメントが、形の崩れた巻き寿司の写真とともに散見され、調理の難しさをうかがい知ることができる。

3.3 独自デザインの巻き寿司を作る上での課題

飾り巻き寿司を独自のデザインで作る上での課題をまとめる。

デザインから調理工程を設計することの困難さ

巻き寿司特有の調理工程のため、デザインを実現する具材の配置を簡単に導くことができない。

配置図通りの調理の難しさ

配置図に正確に従おうとしても目測では困難。そうかといって調理中に定規で位置を計測するのは手間であり、衛生的にも敬遠される。

4. 提案手法

以上の課題を解決する手段として我々は、コンピュータを使った飾り巻き寿司のデザインおよび調理の支援システムを設計した。提案システムは、入力された図案から最適な具材の配置図および必要な具材と酢飯の量を計算し、

*1 例えば通販サイトの Amazon.co.jp で「キャラ弁」というキーワードで検索すると、書籍で 99 件、キッチンストアでは 690 件のアイテムが見つかる (2013 年 2 月 8 日調べ)。

*2 バンダイの調理玩具「クックジョイシリーズ」のプレスリリースでは、「楽しく簡単にお料理・食事ができる食育的な要素」の記載がある [2]。



図 2 配置図の生成

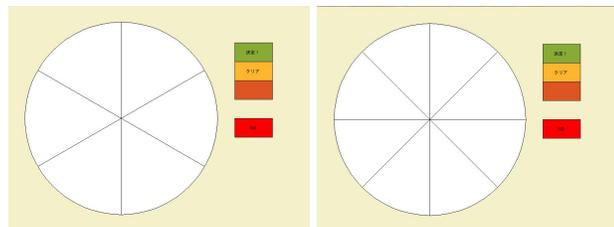


図 3 具材の配置位置の制約. 左では全体を 6 分割し, 右では 8 分割している. この分割線上にのみ具材は配置可能.

レシピを生成する. また, その配置図はコンピュータ画面に提示するだけでなく, 使用する海苔に直接印刷することで, 利用者は海苔の上に直接酢飯や具材を配置することができるため, レシピ通りに正確に調理することが容易となる.

4.1 デザインの支援

飾り海苔巻のデザインでもっとも困難なのは, デザイン図から具材の配置図を設計するところにある. すでに述べたように, 寿司を巻く工程で形が変形するため, その逆工程を計算するのは非常に難しい. そこで今回は, 具材の配置の自由度を強く制約し, 計算を簡単にすることで実装を簡略化することとした.

具体的には, 図 2 の左に示すように, 巻き寿司の外周・内周・中心部の 3 層構造とし, 具材はそれぞれの層にしか配置できないものとする. この制約を入れることにより, それぞれの層の酢飯は図 2 右のように展開され, 層に配置された具材の位置も簡単に計算できるようになる. なお, 今回は簡単のため, 具材は大きさの定まった円柱状のもののみを対象としている. 実際には多くの具材がだいたい円柱状と同等に扱うことができる. 後に紹介する作例では, 酢飯を海苔で細く巻いたものを使用しているが, 同じような大きさのものであれば何を使用してもよい.

また, 図 3 に示すように巻き寿司の断面を 6 分割または 8 分割する線を引き, 具材はその線上にのみ配置できるようにした. これは, 多くの場合具材は均等配置であったり左右対称であったりと, その配置に幾何学的制約が見られることが多いため, デザインの段階で制約できるようにしたものである. 6 分割にするか 8 分割にするかはボタン操作で切り替えることができる.

4.2 調理過程の支援

デザインが決定した後は, レシピを生成する. 配置され

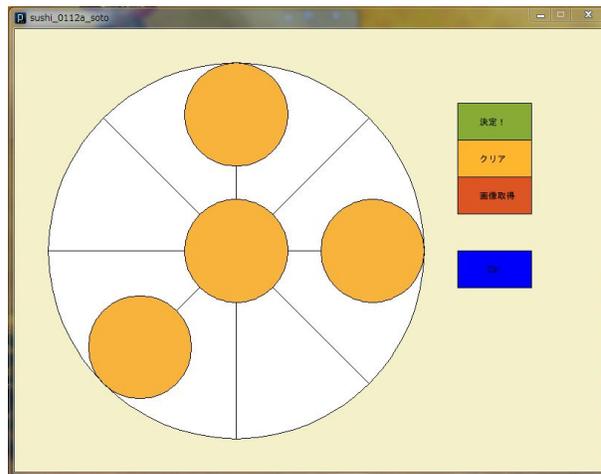


図 4 飾り海苔巻のデザイン画面.

た具材の位置および本数から, 巻き寿司を構成するために必要な酢飯の量が, 各層毎に求まる. 必要な酢飯の量にはグラム換算でレシピとして利用者に提示する.

具材の配置図は図 2 で示した手法によって計算される. この展開図を海苔の表面に印刷することにより, 直接的な調理支援を可能とする. 印刷にはレーザーカッターを使用する. レーザーの火力を調節すると, 海苔の表面だけ薄く焦げ目をつけることができ, 他と識別できるようになる. これを利用し, 海苔表面に線を描き, 配置図を印刷していく.

配置図には, 2~3 層目の情報も示す必要があるが, 1 層目の酢飯を盛ると海苔に印刷された情報が隠れてしまう. このため, 海苔の左右に 1cm 程度のマージンを確保し, そこに 2~3 層目の情報を印刷する.

5. 実装

図 4 にデザイン用アプリケーションの画像を示す. 画面左側には巻き寿司の断面図が示されている.

ユーザは画面左に示されている海苔巻の断面図上で, クリックすることで具材を配置していく. 具材を置ける場所は中心・内周・外周の 3 層あり,

デザインが決定した後はボタン操作により, 配置図の出力と表示を行なう. 画面では図 5 に示すように配置図とその側面図を示している. また, 必要な酢飯の量をボタン操作で重ねて表示させることができる.

配置図には図 6 に示すように, 酢飯および具材の配置が表わされている. 一番外側の矩形は, 海苔の全型と呼ばれる大きさとしている. 全型の大きさは商店によってまちまちだが, 今回は 21cm×19cm の大きさに定めている. 一回り小さい矩形は一層目の酢飯をのせる領域を示している. 左右に 1cm づつマージンをとっているため, この領域に酢飯をのせても, 端に他の必要な情報が残るようにしてある.

具材の場所は楕円で示し, 二層目の酢飯をのせる範囲は

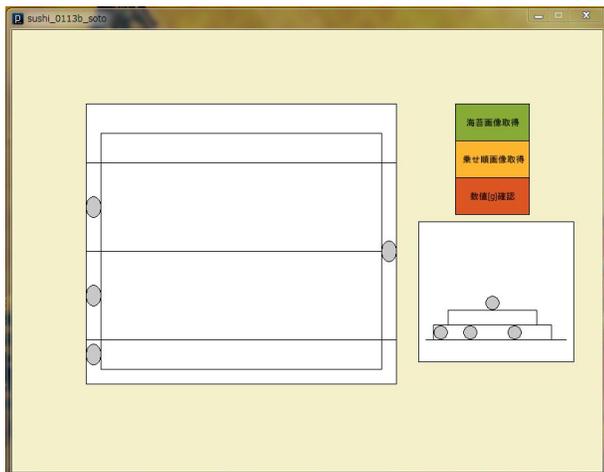


図 5 配置図および側面図表示画面. この画面から海苔の印刷も行う.

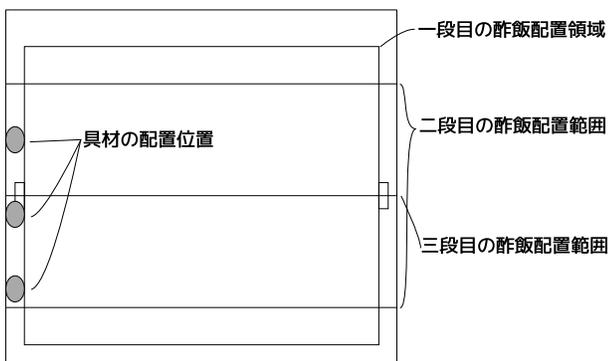


図 6 配置図の説明

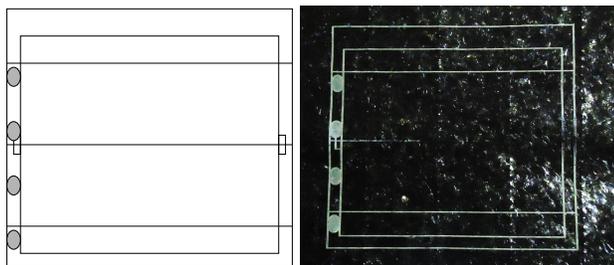


図 7 システムから出力された具材配置図 (左) とそれを全型海苔にレーザーカッターで印刷したもの (右)

直線で示している. また, 中心に具材を置かない場合はその分の酢飯を置くべきであることを矩形で示す.

配置図は SVG 形式のファイルとして出力した後, レーザカッターを用いて全型海苔に配置図を焼きつける. 現在はこの工程は手動で行う. すなわち, 海苔をレーザーカッターにセットした後, 出力されたファイルを別のドロップツールで開き, レーザカッターへデータを送信する. 図 7 に, 出力されたベクターデータと, それを元に海苔に焼き付けたものを示す. 線がところどころ途切れているのは, 海苔全体が波打っていたため, レーザーの当たり方にムラが生じたためである.

このように展開図を海苔に印刷することにより, 具材の適切な配置位置が一目でわかるようになっており, また調

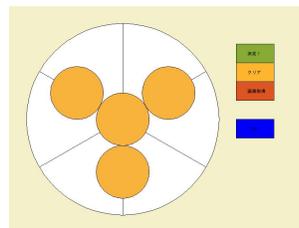


図 8 作例 1 のデザイン図

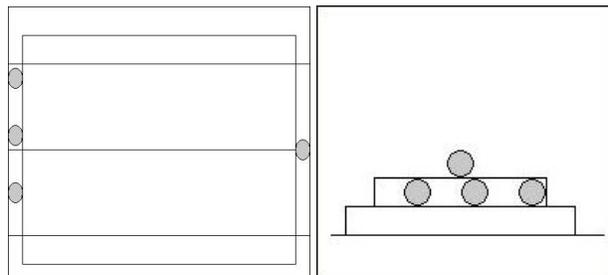


図 9 図 8 のデザインから算出した配置図 (左) およびその側面図 (右)

理中に配置間隔や位置を計測する必要が生じず, 衛生的である. 出力された海苔の上に酢飯と具材を配置していく具体的な手順については, 次節で作例を交えながら説明する.

6. 作例

6.1 作例 1

作例 1 は, 中央に具材が一つあり, その周囲を三つの具材が均等にとりまいており, また酢飯の層がその周囲を囲んでいる配置をしたものである (図 8).

こうしたデザインの場合, 2 層目にある具材は, その間に適宜酢飯を置く必要がある. また, 2 層目の具材についてはどれくらいの間隔で配置すれば巻いたときに均等に並ぶかは簡単にはわからない. 図 9 に, システムがデザイン図から生成した配置図と側面図を示す.

この配置図を印刷した海苔の上に酢飯と具材を配置して巻いたものを図 10 に示す. 調理の手順は, まず巻き簾に重ねた海苔の上に 1 層目の酢飯を図に従ってのせる. このとき, 必要な酢飯の重量がシステムから提示されているため, その分の酢飯を計量して指定されている領域に均等にならずことにより, 必要な高さをもった酢飯の層を作ることができる.

次に, 海苔の端に印刷されている具材配置位置に従い具材を配置する. なおこの作例では具材として, 色をつけたり他の具を混ぜた酢飯を海苔で細く巻いたものを使っている. 以降の作例でも同様の具材を使用している. 次に具材の隙間に酢飯をつめ, 2 層目を形成する. このとき, 2 層目の酢飯をどこまで盛ればよいかも, 海苔に示されている.

最後に, 中央の具材を指示に従って配し, 巻き簾を使って全体を丸めて完成となる. 図 9 右図と図 8 とを比べてみると, 巻き上がりは元のデザインに近いものが仕上がって



図 10 図 9 に従い酢飯と具材を配置したもの（左）とそれを巻き上げて切断した断面（右）

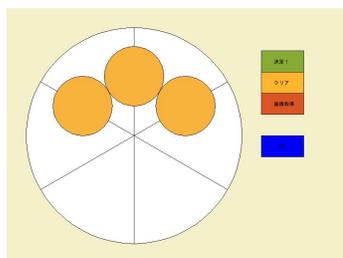


図 11 作例 2 のデザイン図

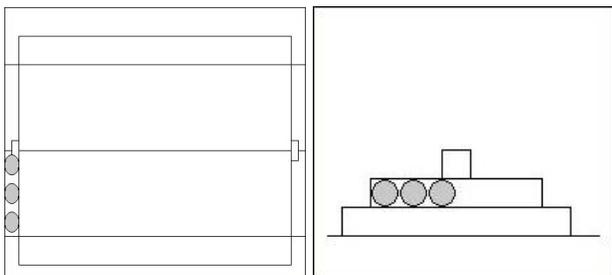


図 12 図 11 のデザインから算出した配置図（左）およびその側面図（右）



図 13 図 12 に従い酢飯と具材を配置したものと（左）とそれを巻き上げて切断した断面（右）

いることがわかる。

6.2 作例 2

2 番目の作例では、中央に具がない場合の調理工程を示す。デザインを図 11 に示す。このように 2 層目に具材が偏って配置されている場合は、図 12 に示される配置図にあるように、具材は単に並べて配置すればよく、あとは 2 層目の形成に必要な酢飯を空いた箇所盛るだけで済む。そして 3 層目に、具材ではなく酢飯を盛ればよい。図 13 に具材を配置したところを斜めから見た写真と、巻き上がりの断面図を示す。

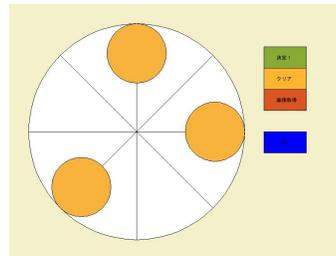


図 14 作例 3 のデザイン図

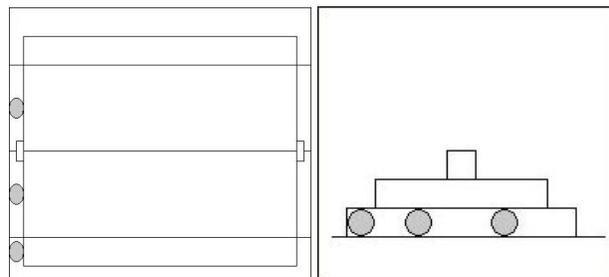


図 15 図 14 のデザインから算出した配置図（左）およびその側面図（右）



図 16 図 15 に従い一段目の酢飯と具材を配置し（左）その上に側面図に従ってさらに酢飯をのせる（右）

6.3 作例 3

3 番目の作例では、中央に具材がなく、外周に接する 1 層目にみつつの具材を配置する例を示す。デザインを図 14 に、配置図を図 15 に示す。調理工程では、1 層目にまず具材を置き、次に酢飯を盛るといった手順をとる。2 層目と 3 層目は指示に従って酢飯を盛っていく（図 16）。図 17 に酢飯を 3 層目まで盛った際に斜め上から見た様子、巻き上がりの断面を示す。

このように巻き寿司の中央部分が酢飯で占められるようなデザインの場合、1 層目を形成した後にどれくらいの酢飯を追加で盛ればよいのかは、直感的にはわからず失敗しやすい。提案システムの場合、生成されたレシピと配置図を参照することで、適切な酢飯の量と盛り方がわかる。

6.4 作例 4

作例 4 では、巻き上がりが元のデザインからずれてしまった例を示す。システムに入力として与えたデザインを図 18 に示す。8 分割のベースに、中央の一つ、外周に四つの具材を均等に配置したものである。このデザインから生成した配置図と側面図を図 19 に示す。



図 17 図 16 右図を斜め上から見た状態（左）とそれを巻き上げて切断した断面（右）

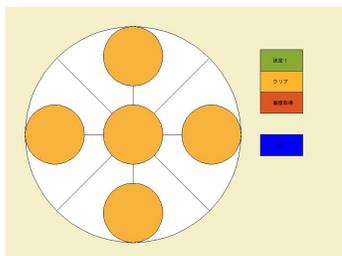


図 18 作例 4 のデザイン図

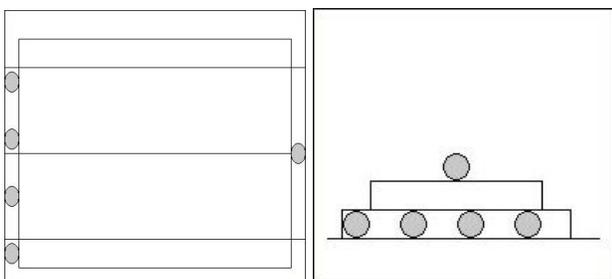


図 19 図 18 のデザインから算出した配置図（左）およびその側面図（右）



図 20 図 19 に従い酢飯と具材を配置したものと（左）とそれを巻き上げて切断した断面（右）

図 19 に従って酢飯と具材を配置し、巻き上げたところを図 20 に示す。図 20 に示されるように、中央の具材が外周の二つの具材に接してしまい、均等な配置にはなっていない。

7. 考察

以上の作例で見てきたように、作例 1~3 ではおおむねデザイン通りの巻き寿司を作ることができた。提案手法によるレシピおよび配置図の生成は、今回設定した制約条件下において機能する場合があることが確認できた。具材の

配置工程では、従来のレシピの課題であった位置指定にまつわる困難さは、海苔に印刷された指示に従うことにより簡単に具材が配置できることがわかった。

一方で、特に 2 層目に酢飯の層を盛るときに、どれくらいの高さに盛ればよいのかを視覚的に把握する手段がないことが配置ずれを引き起こしている可能性があることがわかった。理屈の上では盛るべき酢飯の重量と面積から、高さは一意に決定するのであるが、酢飯が少し粘つき気味であるが故に扱いがやや難しく、見た目も凹凸があり、さらには力がかかることで 1 層目が圧縮されてしまうなどの問題もあり、均一にならずることが困難になっている。

レーザーカッターによる海苔への配置図の印刷については、印刷時間を短縮するために火力を上げて細い線で焼きつけようとすると海苔が焼き切れてしまうケースが頻発した。回避策としては、火力を下げ、線の幅を太くし時間をかけて焼きつけることが挙げられるが、一枚に焼きつける時間が長くなってしまふ。なお、これは付けたりではあるが、レーザーカッターによる配置図の焼きつけ工程を経ると、海苔が香ばしくなるという副作用があった。

8. 議論

今回の試作システムでは、デザインに強い制約を加えることにより、配置図の計算を簡略化し、また調理工程も単純化されている。独自デザインを最大限許容するためにはこの制約を外していく必要がある。しかし巻き上がりの状態から配置図を逆算するのはするのは難しく、かつ実際に調理可能な工程を生成するのは困難であることが、今回の実験でも感じられた。作例 4 で示されたように、仮にデザインから配置図を生成する計算手法が確立されたとしても調理工程に難しい部分があれば、配置図に正確に従って調理しデザイン通りに調理するのは難しくなってしまうという問題がある。

また、デザインの自由度を上げて複雑な配置図が生成されるようになった場合、今と同じやり方で配置図を海苔に印刷することはできなくなるだろう。現在は左右 1cm の余白部分に収まる程度の情報量しか印刷していないが、工程が複雑になればこの領域に盛り込めばならない情報量が増える。特に高さ方向への指示が複雑化した場合、その情報をどう余白部分に記載するかについては、現時点では考慮していない。コンピュータ画面を併用するにしても、高さを実寸でかつ視覚的に把握可能にする手法を考える必要がある。一案としては、深度がとれるカメラを設置し、酢飯や具材の高さをシステム側からリアルタイムで把握し、指示と異なる部分について酢飯表面に投影する、といった手法がありえるだろう。また、酢飯を盛る作業を 3D プリンタの要領で自動化すれば、手作りの楽しさを極端には損ねずに面倒で難しい作業を機械に補わせることも検討したい。

9. 関連研究

五十嵐らは、ユーザによる自由なデザインに基いた手芸作品の作成支援にコンピュータを用いる手法を数多く提案している。ステンシルデザインの支援システムでは、実用可能なステンシルを作成するのに不可欠であるブリッジの自動生成手法を提案しており、またコンピュータが生成したブリッジ付きのステンシルパターンをカッティングプロッタにかけ、使用可能なステンシルを出力するシステムを開発している [6]。また、ラインストーンのデザインにおいては、ユーザがデザインしたラインストーンの配置パターンにもとづいた型紙を、やはりカッティングプロッタを用いて出力するシステムを提案している [5]。利用者はこの型紙を使って対象物にラインストーンを置いていくことにより、自分がデザインしたパターンに沿ったデコレーションを楽しむことができる。

福地らは Laser Cooking という、レーザーカッターを使った調理手法を提案している [1]。レーザーカッターの台の上に置かれた食材をカメラで撮影し、画像認識により食材の位置を認識し、食材表面をレーザーを用いて加熱するというもので、文字や画像を焼印のように食材表面に印刷したり、肉の赤身と脂身を識別して脂身のみ加熱するという新しい調理法を生み出すことを目的としたものである。この中で、生春巻の皮に調理手順をあらかじめ印刷しておくという手法が提案されているが、本研究における展開図の印刷はこれを応用したもののだが、利用者が印刷パターンをコンピュータの支援を受けながら独自にデザインできるという点で異なる。

10. まとめ

本研究では、コンピュータを用いた調理支援の研究の一環として、飾り巻き寿司のデザイン支援および調理過程の支援をするシステムを開発した。利用者が独自にデザインした意匠から、レシピと具材の配置図を自動生成し、またその配置図を海苔の印刷することにより、正確で衛生的な調理支援を実現することができた。今回の研究ではデザインの自由度を強く制限し、計算の簡略化を図っている。今後はこうした制約を緩和し、よりデザインの自由度を高めるため、酢飯の巻き過程での変形シミュレーションを構築し、その逆計算により最適な具材配置図を自動生成する手法を検討する。

参考文献

- [1] Fukuchi, K., Jo, K., Tomiyama, A. and Takao, S.: Laser cooking: a novel culinary technique for dry heating using a laser cutter and vision technology, *Proceedings of the ACM Multimedia 2012 workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activ-*

- ities (CEA '12)*, pp. 55–58 (online), available from (<http://dx.doi.org/10.1145/2390776.2390788>) (2012).
- [2] (株) バンダイ: 『パン de スティックル』プレスリリース, <http://http://www.bandai.co.jp/releases/images/3/48535.pdf>.
- [3] (株) バンダイ: のりまきまっきー, <http://girls.channel.or.jp/cookjoy/norimaki.html>.
- [4] (株) 曙産業: ギュッとポン!ハート巻き型, http://www.akebono-sa.co.jp/goods_WE-417.html.
- [5] 五十嵐悠紀: インタラクティブなラインストーンデザイン, 第 18 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2010) 論文集 (2010).
- [6] 五十嵐悠紀, 五十嵐健夫: Holly: ステンシルデザインのためのドローエディタ, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 3, pp. 1119–1127 (2012).